

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0016479  
Application Number

출원년월일 : 2003년 03월 17일  
Date of Application MAR 17, 2003

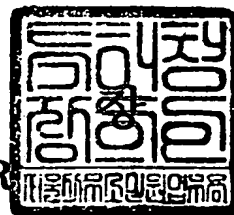
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 04 월 10 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.03.17
【발명의 명칭】	미세 구조의 치수 측정 방법 및 측정 장치
【발명의 영문명칭】	METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING DIMENSIONS OF MINUTE STRUCTURES
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	박영우
【대리인코드】	9-1998-000230-2
【포괄위임등록번호】	1999-030203-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김준성
【성명의 영문표기】	KIM, Joon Sung
【주민등록번호】	740109-1036513
【우편번호】	435-050
【주소】	경기도 군포시 금정동 850 화성무궁화아파트 126-1204
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오석환
【성명의 영문표기】	OH, Seok Hwan
【주민등록번호】	660203-1005511
【우편번호】	449-845
【주소】	경기도 용인시 수지읍 죽전리 832-1 벽산아파트 206-1503
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 박영우 (인)

**【수수료】**

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 11 면 11,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 17 항 653,000 원

【합계】 693,000 원

**【첨부서류】**

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

기판 상에 형성된 미세 구조의 치수를 신속하게 측정할 수 있는 측정 방법 및 측정 장치가 개시된다. 미세 구조물에 1차 전자를 조사하여 미세 구조물로부터 생성된 2차 전자를 검출하여 영상 데이터를 생성한 다음, 영상 데이터를 이용하여 미세 구조물에 대하여 2 이상의 측정 범위를 설정하고, 미세 구조물의 치수를 산출한다. 1차 전자는 전자 공급 부재로부터 미세 구조물 상으로 제공되고, 2차 전자는 전류로 변환되어 영상 표시 부재에 이미지화 되며, 연산 부재는 저장 부재에 저장된 미세 구조물의 영상 데이터 및 측정 데이터를 이용하여 다수의 측정 범위에 해당하는 미세 구조물의 치수를 각기 산출한다.

**【대표도】**

도 3

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

미세 구조의 치수 측정 방법 및 측정 장치{METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING DIMENSIONS OF MINUTE STRUCTURES}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1a는 종래의 치수 측정 방법을 설명하기 위하여 제1 측정범위를 설정하는 전자 현미경 사진이다.

도 1b는 종래의 치수 측정 방법을 설명하기 위하여 제2 측정범위를 설정하는 전자 현미경 사진이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세 구조물의 치수 측정 장치를 설명하기 위한 개략도이다.

도 3은 도 2에 도시한 장치 중 전자 공급 부재 및 영상 처리 부재를 설명하기 위한 개략적인 사시도이다.

도 4는 도 2에 도시한 장치를 이용하여 미세 구조물에 대한 측정 범위의 설정을 설명하기 위한 전자 현미경 사진이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 미세 구조물의 치수 측정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

A : 제1 측정범위      B : 제2 측정범위

10 : 패턴      100 : 연산 부재

110 : 전자 방출 부재      120 : 영상 처리 부재  
130 : 모니터      132 : 경계선  
140 : 저장 부재      150 : 컨트롤러  
160 : 데이터 버스      170 : 컨트롤 버스  
200 : 전자건      210 : 애노드  
220 : 마그네틱 렌즈      230 : 스캐닝 코일  
240 : 1차 전자 검출기      250 : 피측정체  
252 : 미세 구조물      260 : 2차 전자 검출기

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<18>      본 발명은 미세 구조물의 치수 측정 방법 및 이를 수행하기 위한 측정 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 1차 전자의 조사에 의하여 피측정체의 미세 구조물로부터 생성된 2차 전자를 검출하여 영상 데이터를 취득한 다음, 이를 이용하여 적어도 두 개 이상의 측정 범위를 설정한 후 동시에 각 미세 구조물에 치수를 산출함으로써, 측정에 소요되는 시간을 단축할 수 있으며, 공정 수율(through-put) 및 측정 신뢰성을 향상시킬 수 있는 미세 구조물의 치수 측정 방법 및 치수 측정 장치에 관한 것이다.

<19>      근래 들어, 반도체 장치에 대한 연구는 보다 많은 데이터를 단시간 내에 처리하기 위하여 반도체 장치의 고집적화 및 고성능화를 추구하는 방향으로 진행되고

있다. 이러한 반도체 기판의 고직접화 및 고성능화에 따라 라인(line), 스페이스(space), 콘택 홀(contact hole) 또는 패턴(pattern) 등과 같은 미세 구조물의 치수나 미세 구조물들 사이의 간격은 계속 줄어들고 있다. 반도체 기판 상에 정확한 치수로 패턴을 포함하는 미세 구조물을 형성하지 못할 경우에는, 미세 구조물 자체의 불량뿐만 아니라 후속 공정에 영향을 미쳐 반도체 장치의 전체의 불량율을 높이는 문제가 발생된다. 따라서, 반도체 기판에 정확한 치수로 미세 구조물을 형성하는 것이 매우 중요하게 대두되며, 각 미세 구조물을 형성하기 위한 공정 전후에 정확한 치수로 미세 구조물이 형성되는지를 판별하는 미세 구조물의 측정 공정도 반드시 필요하게 되었다.

<20> 일반적으로, 반도체 기판에 형성되는 패턴들은 박막을 형성하는 기술에 의 하여 그 특성이 좌우된다. 반도체 기판에 박막을 형성하는 기술은 크게 물리 기상 증착(PVD) 방법과 화학 기상 증착(CVD) 방법으로 분류될 수 있다. 물리 기상 증착 방법에서는, 높은 진공 상태가 유지되는 챔버의 상부에 증착될 소스 물질이 놓여진 히터가 설치되고, 웨이퍼는 챔버 내에 히터로부터 이격되게 배치된다. 히터가 소스 물질을 고온으로 가열하면, 소스 물질이 기화되어 반도체 기판 상으로 이동한 후, 웨이퍼 상에서 고화되어 박막을 형성하게 된다. 한편, 화학 기상 증착 방법에 따르면, 소스 물질의 화학 반응을 이용하여 반도체 기판 상에 단결정의 반도체 막이나 절연막 등을 형성한다. 화학 기상 증착 방법은 반응 챔버 내의 압력에 따라 저압 화학 기상 증착 방법(LPCVD), 상압 화학 기상 증착 방법(APCVD), 플라즈마 증대 화학 기상 증착 방법(PECVD) 및 고압 화학 기상 증착 방법(HPCVD) 등으로 구분된다. 이러한 화학 기상 증착 방법은, 현재 반도체 기판 상에 아몰퍼스 실리콘 막, 실리콘 산화물 막, 실리콘 질화물 막, 또는 실리콘 산질화물 막 등과 같은 다양한 박막들을 증착하기 위해 이용되고 있다.

<21> 반도체 기판에 형성된 패턴의 치수를 측정할 필요가 요구되는 공정 가운데 대표적인 것으로는 리소그래피(lithography) 공정을 들 수 있다. 통상적으로 리소그래피 공정에 있어서는, 미리 결정된 일련의 연속 공정에 일련의 마스크들이 사용된다. 각각의 마스크들은 반도체 기판에 형성되는 회로 성분에 대응하는 복잡한 패턴들을 포함한다. 이러한 마스크들은 반도체 기판에 형성된 절연막 또는 도전막 등과 같은 박막 상에 미리 도포되어 있는 포토레지스트 막을 패터닝하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 데 사용된다. 상기 마스크의 패턴을 포토레지스트 막에 전사하기 위해서는 스캐너(scanner) 또는 스텝퍼(stepper)와 같은 노광 장치가 이용된다. 포토레지스트 막은 포토레지스트 패턴을 형성하도록 노광 및 현상되며, 이와 같은 포토레지스트 패턴을 이용하여 배선이나 도전 패턴 또는 홀 등과 같은 미세 구조물을 형성하도록 하부의 도전막 또는 절연막을 선택적으로 식각한다.

<22> 상기 리소그래피 공정은 크게 광 리소그래피(optical lithography) 공정과 방사 리소그래피(radiation lithography) 공정으로 구분할 수 있다. 상기 광 리소그래피 방법에서는 음영 인쇄법(shadow printing)과 투사형 인쇄법(projection printing)을 이용하며, 음영 인쇄법은 다시 반도체 기판에 마스크를 접촉시키는 접촉 인쇄법(contact printing)과 반도체 기판에 대하여 소정 간격으로 마스크를 이격시키는 근접 인쇄법(proximity printing)으로 구분된다.

<23> 상기 접촉 인쇄법은 분해능은 높지만 반도체 기판이 먼지나 실리콘 입자들에 의해 손상될 수 있고, 포토레지스트 패턴이 일그러지기 쉬운 단점이 있다. 이에 비하여, 근접 인쇄법에서는 반도체 기판에 대하여 마스크가 보통 약 10~15 $\mu\text{m}$  정도의 거리로 이격되어 있기 때문에 마스크의 손상이 발생하지 않는다. 그러나, 반도체 기판과 마스크 사이의



이격된 공간으로 인하여 광의 회절(diffraction) 현상이 발생하여 분해능이 감소하게 된다. 상기 투사형 인쇄법에서는, 마스크의 손상이 없을 뿐만 아니라 마스크의 한 작은 부분만을 노출시킬 수 있기 때문에 근접 인쇄법보다 분해능이 향상된다.

<24>       상기 광 리소그래피 공정에 있어서, 반도체 기판 상에 소정의 미세 구조물을 형성하기 위한 포토레지스트 막은 광이 조사되어야 하는 부분과 광에 노출되면 안되는 부분을 포함한다. 광 리소그래피 공정을 수행하는 동안 광축의 중심 부분으로부터 광이 입사되는 경우와 광축의 중심부로부터 벗어난 측 방향으로 광이 입사되는 경우가 존재한다. 광축의 초점으로부터 이탈된 광이 존재할 경우, 포토레지스트 막의 원하지 않는 부위가 노출될 수 있다. 광축의 중심 부분으로부터 광이 입사될 경우, 광의 사입사각은 동일하기 때문에 균일한 해상력으로 포토레지스트 패턴을 형성할 수 있다. 그러나, 광축의 측 방향으로부터 광이 입사될 경우 광의 사입사각이 달라지게 되어 반도체 기판 상에는 불균일한 포토레지스트 패턴이 형성된다.

<25>       전술한 바와 같이, 반도체 기판 상에 불균일한 마스크 패턴이 형성되어 이러한 마스크 패턴을 이용하여 절연막이나 도전막과 같은 하지막을 식각할 경우, 도전막 또는 절연막 패턴의 임계 치수(Critical Dimension; CD)의 균일성이 저하되어 후속하는 제조 공정 동안 불량률 유발할 가능성이 매우 높아진다. 여기서, 임계 치수(CD)는 반도체 장치의 상호 연결된 라인 사이의 공간적 한계 및 라인 자체의 폭에 대한 규정치로서, 반도체 장치의 제조에 허용되는 두 개의 라인들 사이의 최소 공간 또는 최소 회로 선폭을 의미한다. 이와 같은 임계 치수에 부합되게 패턴을 형성하면, 배선 또는 라인들이 바람직하지 않게 중복되거나 서로 간섭하는 현상을 방지할 수 있다. 이와 같이 반도체 제조 공정에서, 특히 리소그래피 공정에서, 반도체 기판 상에 정확한 치수로 형성되지 않은 패턴

들은 후속 공정에서 많은 차질을 유발하기 때문에, 반도체 기판에 형성되는 패턴을 포함한 미세 구조물의 정확도를 확인한 후, 후속 공정의 진행 여부를 판단하여야 한다.

<26> 도 1a 및 도 1b는 종래의 기판 상에 형성된 패턴의 치수를 측정하는 방법을 설명하기 위한 전자 현미경 사진들이다. 도 1a는 패턴의 제1 측정 범위를 설정하는 과정을 나타내며, 도 1b는 패턴의 제2 측정 범위를 설정하는 과정을 나타낸다.

<27> 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 반도체 기판(5) 상에는 다수의 패턴(10)이 형성된다. 이 경우, 패턴(10)들은 기판(5) 상에 서로 나란하게 형성될 수도 있고, 서로 직교하는 방향으로 형성될 수도 있다. 반도체 기판(5)에 형성된 패턴(10) 사이의 간격이 넓은 경우에는 하나의 패턴(10)의 치수만 측정하지만, 패턴(10)의 사이의 간격이 좁아짐에 따라서 다수의 패턴(10)의 치수를 측정할 필요가 있다.

<28> 상기 패턴(10)의 치수를 측정하기 위해서는 먼저 패턴(10)의 측정 범위가 설정되어야 한다. 종래의 패턴 치수 측정 방법에 따르면, 다수의 패턴(10)의 측정 범위를 측정할 경우에는 예를 들면, 제1 측정 범위(A) 및 제2 측정 범위(B)에 해당하

는 패턴(10)의 치수의 측정 시에 제1 측정 범위(A)와 제2 측정 범위(B)를 각기 별도로 순차적으로 측정한다. 즉, 패턴(10)을 촬상하여 패턴(10)의 영상 이미지를 수득한 후, 제1 및 제2 측정 범위(A, B) 가운데 하나의 측정 범위에 해당하는 패턴(10)의 치수를 산출한다. 이어서, 다시 패턴(10)의 영상 이미지를 리로딩 후, 다른 하나의 측정 범위에 해당하는 패턴(10)의 치수를 산출하게 된다. 따라서, 측정하고자 하는 패턴(10)의 측정 범위의 수에 따라 패턴(10)의 이미지들을 로딩하는 시간이 정비례하여 증가하게 된다. 예를 들면, 각 웨이퍼 당 패턴(10)의 측정 범위의 수가 약 10배로 증가될 경우, 패턴(10)의 치수를 측정하는 데 소요되는 시간도 10배로 증가된다. 이러한 패턴(10) 치수의 측정에 소요되는 시간의 증가는 전체적인 반도체 제조 공정에 영향을 미쳐 공정의 수율(throughput)을 저하시키는 한편 반도체 장치의 생산 원가를 상승시키는 원인이 된다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<29> 본 발명은 제1 목적은 미세 구조물과 같은 피측정체들의 영상 데이터와 측정하려는 피측정체의 다수의 측정 범위를 대응시켜 각 피측정체들의 치수를 동시에 산출함으로써, 피측정체의 측정에 소요되는 시간을 크게 단축하며 측정 신뢰성을 향상시킬 수 있는 미세 구조물의 측정 방법을 제공하는 것이다.

<30> 본 발명의 제2 목적은 미세 구조물과 같은 피측정체들의 영상 데이터와 측정하려는 피측정체의 다수의 측정 범위를 대응시켜 각 피측정체들의 치수를 동시에 산출함으로써, 공정 수율을 향상시키고 제조 원가를 절감할 수 있는 미세 구조물의 측정 장치를 제공하는 것이다.

**【발명의 구성 및 작용】**

- <31> 상술한 본 발명의 제1 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세 구조물의 치수 측정 방법에 의하면, 미세 구조물에 1차 전자를 조사하고, 상기 미세 구조물로부터 생성된 2차 전자를 검출하여 영상 데이터를 제공한 다음, 상기 영상 데이터를 이용하여 상기 미세 구조물에 대하여 적어도 2 이상의 측정 범위를 설정하고, 상기 측정 범위에 해당하는 상기 미세 구조물의 치수를 산출한다. 이 경우, 상기 미세 구조물은 반도체 기판 상에 형성된 라인, 홀, 홈, 또는 스페이스 중에서 어느 하나 이상을 포함한다. 또한, 상기 측정 범위는 영상 데이터의 이미지 상에 X축 및 Y축으로 이동 가능한 경계선을 맵핑(mapping)하여 설정되며, 상기 미세 구조물의 치수는 상기 측정 범위에 대응하는 상기 영상 데이터로부터 산출된다.
- <32> 상술한 본 발명의 제2 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따르면, 미세 구조물로 1차 전자를 조사하는 전자 방출 부재, 미세 구조물로부터 생성되는 2차 전자를 검출하여 영상 데이터를 생성하며, 상기 미세 구조물에 대하여 적어도 2 이상의 측정 범위를 설정하는 영상 표시 부재, 상기 영상 데이터 및 상기 측정 범위에서 측정된 측정 데이터를 저장하는 저장 부재, 그리고 및 상기 측정 범위에 해당하는 상기 미세 구조물의 치수를 산출하는 연산 부재를 포함하는 미세 구조물의 치수 측정 장치가 제공된다.
- <33> 본 발명에 따르면, 미세 구조물의 이미지에 대하여 여러 측정 범위를 설정한 후, 피측정체의 미세 구조물의 영상 데이터와 여러 측정 범위의 데이터를 대응시켜 각 미세 구조물의 치수를 동시에 산출함으로써 미세 구조물의 치수 측정에 소요되는 현저하게 단

축하여 반도체 장치 제조 공정의 수율을 개선할 수 있는 동시에 장치의 제조 원가를 절감할 수 있다.

<34> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들에 따른 미세 구조물의 치수 측정 방법 및 측정 장치에 대하여 상세하게 설명하지만, 본 발명이 하기 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

<35> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세 구조물의 치수를 측정하는 장치를 설명하기 위한 개략도를 도시한 것이고, 도 3은 도 2에 도시한 측정 장치 중 전자 방출 부재 및 영상 처리 부재를 설명하기 위한 개략적인 사시도를 도시한 것이며, 도 4는 도 2에 도시한 장치를 이용하여 미세 구조물의 다수의 측정 범위를 설정하는 과정을 설명하기 위한 전지 현미경 사진이다.

<36> 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 미세 구조물의 치수 측정 장치는, 전자 방출 부재(110), 영상 처리 부재(120), 모니터(130), 저장 부재(140), 컨트롤러(150), 그리고 연산 부재(100)를 포함한다.

<37> 전자 방출 부재(110)는 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250) 상으로 1차 전자를 제공하며, 영상 처리 부재(120)는 피측정체(250)로부터 생성되는 2차 전자를 검출하여 미세 구조물(252)의 영상 데이터를 생성한다. 이 때, 피측정체(250)의 미세 구조물(252)은 반도체 기판 상에 형성된 도전막 패턴, 절연막 패턴, 콘택 홀, 또는 도전성 배선 등을 포함한다.

<38> 저장 부재(140)는 미세 구조물(252)의 영상 데이터와 측정 데이터를 저장하

며, 컨트롤러(150)는 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)에 대한 다수의 측정 범위를 설정한다. 또한, 연산 부재(100)는 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)의 측정 범위에 해당하는 각 미세 구조물(252)의 치수를 산출한다.

<39>       상기 연산 부재(100)는, 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)에 대한 영상 데이터 및 처리 신호를 송수신하기 위하여 전자 방출 부재(110), 영상 처리 부재(120), 모니터(130) 및 컨트롤러(150)와 연결된다. 예를 들면, 연산 부재(100)는 데이터 버스(160)를 통하여 전자 방출 부재(110), 영상 처리 부재(120), 모니터(130) 및 컨트롤러(150)에 연결된다. 이 경우, 연산 부재(100)는 데이터 버스(160)를 통하여 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)의 영상 데이터를 송신 및 수신한다. 또한, 연산 부재(100)는 컨트롤 버스(170)를 통하여 전자 방출 부재(110), 영상 처리 부재(120) 및 컨트롤러(150)에 연결된다. 이 때, 연산 부재(100)는 컨트롤 버스(170)를 통하여 처리 신호를 송신 및 수신하게 된다.

<40>       상기 데이터 버스(160) 및 컨트롤 버스(170)로는 ISA 버스, EISA 버스, VESA 버스, 또는 PCI 버스 등이 사용될 수 있다. 이러한 버스 등 중에서 한번에 처리되는 신호의 수에 따라 선택적으로 사용할 수 있다.

<41>       도 3에 도시한 바와 같이, 전자 방출 부재(110)는 전자건(200), 애노드(210), 마그네틱(magnetic) 렌즈(220), 스캐닝 코일(230), 1차 전자 검출기(240), 그리고 2차 전자 검출기(260)를 포함한다.

<42>       상기 전자건(200)은 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)로 조사되는 1차 전자를 생성하며, 애노드(210)는 방전을 일으킨다. 마그네틱 렌즈(220)는 상기 1차 전자를 측정하려는 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250) 상에 집속하며, 스캐닝

코일(230)은 상기 1차 전자를 동기화하며, 1차 전자 검출기(240)는 산란된 1차 전자를 검출한다. 2차 전자 검출기(260)는 상기 1차 전자의 조사에 의하여 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)로부터 생성되는 2차 전자를 검출한다.

<43>       상기 전자건(200)은 약 20~30keV 정도의 에너지를 가지는 1차 전자를 생성한다. 전자건(200)으로부터 생성된 1차 전자는 방전을 일으키는 애노드(210)를 통과하여 마그네틱 렌즈(220)로 이동되며, 마그네틱 렌즈(220)는 상기 1차 전자를 집속시켜 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250) 상으로 조사한다. 이 때, 상기 1차 전자는 스캐닝 코일(230)을 통과하면서 영상 처리 부재(120)와 동기화된다.

<44>       집속된 1차 전자는 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)의 표면상으로 스캐닝된다. 스캐닝 코일(230)은 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)의 스캐닝 데이터를 영상 처리 부재(120)에 전송한다. 이 경우, 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)의 스캐닝 데이터는 미세 구조물(252)의 형상을 모니터(130)에 디스플레이 하기 위한 자료로 이용된다.

<45>       상기 전자건(200)으로부터 생성되는 1차 전자는 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)의 표면에 충돌하여 산란된 1차 전자 및 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)로부터 2차 전자 등이 생성된다. 상기 피측정체(250)로부터 생성되는 2차 전자는 약 100eV 이하의 에너지를 가지며, 상기 2차 전자는 1차 전자에 의해 원자로부터 이온화된 전자이다. 이 때, 상기 2차 전자는 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)의 표면 상태에 따라 다른 에너지를 가지게 된다. 예를 들

면, 피측정체(250)의 미세 구조물(252)이 라인, 홀, 홈 또는 스페이스 등을 포함하는 경우, 이러한 미세 구조물(252)의 경사면이나 에지 부분으로부터 생성된 2차 전자들은 서로 다른 에너지를 가지게 된다. 이 때, 미세 구조물(252)의 상면보다는 경사면에서 높은 에너지를 갖는 2차 전자가 생성된다. 또한, 미세 구조물(252)의 경사면보다는 에지 부분에서 높은 에너지를 가지는 2차 전자가 생성된다. 미세 구조물(252) 가운데 높은 에너지를 갖는 2차 전자가 생성되는 부분은 모니터(130)상에 밝은 이미지로 디스플레이 된다.

<46>       상기 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(205)로부터 생성되는 2차 전자는 2차 전자 검출기(260)에 의해서 검출된다. 2차 전자 검출기(260)는 영상 처리 부재(120)와 접속되며, 영상 처리 부재(120)는 2차 전자를 전류로 변환한다. 이 때, 2차 전자들은 갖고 있는 에너지에 따라 다른 세기의 전류로 변환된다. 이와 같은 2차 전자의 전류는 증폭되어 미세 구조물(252)의 영상 데이터로 변환된 다음, 영상 데이터는 모니터(130) 및 저장 부재(140)로 전송된다.

<47>       상기 영상 데이터는 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250) 표면의 형상에 대한 정보를 포함하므로, 모니터(130) 상에는 피측정체(250) 상에 형성된 미세 구조물(252)들의 형상이 디스플레이 된다. 또한, 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)의 영상 데이터는 저장 부재(140)에 저장되어 미세 구조물(252)의 치수 산출에 이용된다.

<48>       한편, 미세 구조물(252)을 포함하는 피측정체(250)의 표면으로부터 산란되는 1차 전자는 1차 전자 검출기(240)에 의해서 검출된다. 1차 전자 검출기(240)는 영



상 처리 부재(120)와 접속되며, 산란된 1차 전자로부터 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 조성을 알 수 있다.

<49>       상기 영상 처리 부재(120)는 데이터 버스(160)를 통해 모니터(130)에 접속되며, 모니터(130)에는 피측정체(250)의 미세 구조물(252)이 이미지 형태로 디스플레이 된다. 이러한 미세 구조물(252)의 이미지를 통하여 피측정체(250)에 형성된 미세 구조물(252)의 형상을 파악할 수 있다. 상기 모니터(130)로는 음극선관(CRT)이나 액정 표시 장치(LCD) 등과 같이 영상 데이터를 제공받아 영상을 표시할 수 있는 장치가 사용된다.

<50>       도 4에 도시한 바와 같이, 컨트롤러(150)는 모니터(130) 및 연산 부재(100)와 연결된다. 모니터(130) 상에는 X축 또는 Y축을 따라 이동 가능한 경계선(132)이 디스플레이 되며, 경계선(132)은 컨트롤러(150)에 의해서 모니터(130)에 디스플레이 된다. 이 경우, 경계선(132)은 모니터(130) 상의 미세 구조물의 이미지와 맵핑(mapping)된다.

<51>       상기 경계선(132)은 모니터(130) 상에서 미세 구조물(252)의 이미지와 맵핑되면서 이동 가능한 신호이므로, 경계선(132)은 반드시 라인의 형상으로 디스플레이 되지 않을 수 있다. 예를 들면, 작게는 커서나 포인트 등 사용자가 미세 구조물(252)의 측정 범위를 용이하게 설정할 수 있는 전자 신호가 경계선(132)으로 이용될 수 있다. 또한, 컨트롤러(150)는 모니터(130) 상에서 경계선(132)의 이동을 제어하기 위한 키보드, 마우스, 트랙볼(trackball), 또는 방향키와 같은 입력 부재를 포함한다. 사용자는 이와 같은 컨트롤러(150)의 입력 부재를 이용하여 용이하게 미세 구조물(252)의 측정 범위를 설정할 수 있다.

<52>       상기 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 측정 범위는 경계선(132)을 이동하여 설정된다. 이 때, 모니터(130)의 미세 구조물(252)의 하나의 이미지로부터 다수의 측정 범

위를 설정할 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 제1 측정범위(A) 및 제2 측정범위(B) 설정할 경우, 컨트롤러(150)를 이용하여 경계선(132)을 먼저 제1 측정범위(A)와 A와 제2 측정범위(B) 중 어느 하나의 범위로 이동한다. 이 경우, 경계선(132)을 X축 및 Y축을 따라 이동시켜 제1 측정 범위(A) 또는 제2 측정 범위(B) 중 어느 하나의 측정 범위를 설정한다. 다음에, 경계선(132)의 좌표를 변화시켜 원하는 위치로 이동한 후 나머지 측정 범위를 설정한다. 경계선(132)은 X축 및 Y축으로 축 변환이 가능하기 때문에 다양한 측정 범위를 설정할 수 있게 된다. 이 때, 경계선(132)은 X축 및 Y축 모두 디스플레이 되는 복수 개의 경계선을 포함할 수도 있다.

<53>       상기 컨트롤러(150)는 설정된 미세 구조물(252)에 대한 제1 및 제2 측정 범위(A, B)의 정보를 연산 부재(100)로 전송한다. 이 경우, 제1 및 제2 측정 범위(A, B)에 대한 정보는 이진수로 표시되는 X 및 Y 좌표 값인 것이 바람직하다.

<54>       연산 부재(100)는 영상 표시 부재(120) 및 저장 부재(140)에 연결되며, 상기 미세 구조물(252)의 영상 데이터에 설정된 측정 범위(A, B)를 대응시켜 각 미세 구조물(252)의 치수를 산출한다. 이 때, 피측정체(250)에 형성된 미세 구조물(252)에 대한 정보는 이미 영상 데이터로 저장 부재(140)에 저장되어 있다.

<55>       연산 부재(100)는 설정된 다수의 측정 범위(A, B)에 대한 영상 데이터를 저장 부재(140)로부터 수신한다. 연산 부재(100)는 컨트롤러(150)로부터 수신된 측정 범위(A, B)의 좌표 데이터와 영상 데이터를 대응시켜 측정 범위(A, B)에 대응하는 미세 구조물(252)의 치수를 산출한다.

<56>       상기 모니터(130)에 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 이미지가 디스플레이 될 때, 저장 부재(140)에도 피측정체(250)의 미세 구조물(252)에 대한 영상 데이터가 저장

된다. 따라서, 모니터의 미세 구조물(252)의 하나의 이미지 상에서 설정된 다수의 측정 범위(A, B)의 데이터를 연산 부재(100)로 전송하면, 연산 부재(100)는 다수의 측정 범위(A, B)에 해당하는 미세 구조물(252)의 치수를 동시에 산출한다. 이 경우, 미세 구조물(252)의 영상 데이터는 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 임계 치수(CD)를 산출하기에 용이한 파형의 형태인 것이 바람직하다.

<57> 연산 부재(100)는 측정된 미세 구조물(252)의 치수를 저장 부재(140)에 저장한다. 이 때, 측정 데이터는 측정된 치수 및 기타 데이터를 포함한다. 연산 부재(100)의 치수 산출이 종료되면 모니터(130)에는 산출된 미세 구조물(252)의 치수가 디스플레이 된다. 다수의 측정 범위(A, B)가 설정되면, 연산 부재(100)는 저장 부재(140)로 미세 구조물(252)의 영상 및 측정 데이터를 반복적으로 송신 및 수신하며 측정 범위(A, B)에 대응하는 미세 구조물(252)의 치수를 산출한다.

<58> 본 실시예에 있어서, 연산 부재(100)로는 경계 분석(boundary analysis)장치, 그레이-스케일 분석(grey-scale analysis) 장치, 파형 분석(frequency analysis) 장치, 또는 수치 연산 프로세서 등 영상 처리 장치(120)로부터 제공되는 미세 구조물(252)의 영상 데이터를 분석할 수 있는 장치가 사용된다.

<59> 상기 저장 부재(140)로는 RAM, PROM, EPROM, FLASH-EPROM, 또는 기타 다른 형태의 메모리 칩, 또는 카트리지, 플로피 디스크, 플렉시블 디스크, 하드디스크, 자기 테이프 내지 다른 형태의 자기 기록 매체, CD-ROM, DVD나 다른 형태의 광학 기록 매체, 그리고 펀치 카드나 페이퍼 테이프 등 홀이 천공된 다른 형태의 물리적 기록 매체가 사용될 수 있다.

<60>       상기 미세 구조물(252)의 영상 데이터는 연산 부재(100)가 피측정체(250)에 형성된 미세 구조물(252)의 치수 좌표 또는 파형 등을 포함한다. 미세 구조물(252)의 영상 데이터는 피측정체(250)에 형성된 미세 구조물(252)을 판별할 수 있는 데이터를 포함하는 것이 바람직하다. 미세 구조물(252)의 영상 데이터는 산출 수행 이전 또는 이후에 저장 부재(140)에 저장될 수도 있다. 또한, 후속 공정이나 선행하는 공정의 변수 조절에 본 발명에 따른 치수 측정 장치를 적용하면, 최적의 변수를 설정할 수 있어 반도체 제조 공정의 수율을 높일 수 있다.

<61>       상기 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 영상 데이터와 여러 측정 범위(A, B)를 대응시켜 각 미세 구조물(252)의 치수를 동시에 산출할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 측정 장치는 리소그래피 또는 에칭 공정 전후에 반도체 기판 상에 형성된 미세 구조물(252)의 임계 치수를 매우 용이하게 측정할 수 있다. 예를 들면, 반도체 기판에 다수의 라인, 스페이스 및 콘택 홀 등을 포함하는 미세 구조물(252)들이 형성된 경우, 즉 측정하려는 대상이 여러 가지 형상을 갖는 경우, 여러 측정 범위에 해당하는 치수들을 각기 측정할 필요가 있다. 본 실시예에 따르면, 여러 측정 범위를 지정하기 위해서 반복적인 이미지 생성 과정을 거치지 않고 최초의 하나의 미세 구조물의 이미지 상에서 여러 측정 범위를 지정함으로써 미세 구조물의 치수 측정에 소요되는 시간을 단축할 수 있다.

<62>       도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 미세 구조물의 치수 측정 방법을 설명하기 위한 순서도를 도시한 것이다.

<63>       도 4 및 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 치수 측정 방법에 있어서, 먼저 미세 구조물(252)이 형성된 피측정체(250) 상에 1차 전자를 조사하여 피측정체(250)의 미세 구조물(252)을 스캐닝한다(S11). 이어서, 1차 전자의 조사에 의하여 상기 피측정체(250)

의 미세 구조물(252)로부터 생성된 2차 전자를 검출하고 검출된 2차 전자를 미세 구조물(252)의 영상 데이터로 변환한다(S12). 다음에, 미세 구조물(252)의 영상 데이터를 영상 부재로 제공함과 동시에 저장 부재에 저장한다(S13). 계속하여, 영상 부재 상에 디스플레이된 미세 구조물(252)의 영상 데이터를 이용하여 다수의 측정 범위(A, B)를 설정한다(S14). 마지막으로, 측정 범위(A, B)에 해당하는 미세 구조물(252)의 치수를 각기 산출하여 저장 부재 및 영상 부재에 전송한다(S15). 이러한 과정을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<64>       상기 피측정체(250) 상에 형성된 미세 구조물(252)의 치수를 산출하기 위하여, 우선 전자 방출 부재로부터 1차 전자를 생성한 다음, 상기 1차 전자를 집속시켜 피측정체(250)의 미세 구조물(252) 상에 제공한다. 이 때, 상기 1차 전자를 영상 처리 부재와 동기화시켜 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 표면을 스캐닝한다. 상기 스캐닝시 생성된 미세 구조물(252)의 스캐닝 데이터를 영상 처리 부재로 전송한다. 이 경우, 피측정체(250)의 미세 구조물(252)은 라인, 홀, 홈 또는 스페이스 등을 포함할 수 있다.

<65>       피측정체(250)의 미세 구조물(252)에 조사되는 상기 1차 전자에 의하여 미세 구조물(252)로부터 2차 전자가 생성된다. 상기 2차 전자는 1차 전자를 이용하여 원자로부터 이온화시킨 전자이며, 2차 전자는 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 표면의 형상에 따라 다른 에너지를 갖는다. 2차 전자를 검출한 후, 전류로 변환한다. 이 때, 2차 전자들은 갖고 있는 에너지에 따라 다른 세기의 전류로 변환된다.

<66>       상기 2차 전자로부터 야기되는 전류를 증폭시켜 미세 구조물(252)의 영상 데이터로 변환한 다음, 미세 구조물(252)의 영상 데이터를 영상 표시 부재로 전송하는 한편 저장 부재에 저장한다. 미세 구조물(252)의 영상 데이터에는 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 표면에 대한 형상 정보가 포함되어 있다. 이러한 미세 구조물(252)의 영상 데이터를 이용하여 영상 표시 부재 상에 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 형상을 디스플레이 한다. 이 때, 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 표면으로부터 산란된 1차 전자를 이용하여 미세 구조물(252)의 조성도 알 수 있다.

<67>       상기 영상 표시 부재 상에 디스플레이된 미세 구조물(252)의 이미지를 이용하여 미세 구조물(252)에 대한 측정 범위를 설정한다. 이 경우, 상기 영상 표시 부재 상의 미세 구조물(252)의 이미지와 맵핑 가능한 경계선(132)을 이용하여 측정 범위를 설정하는 것이 바람직하다. 상기 경계선(132)은 모니터 상에서 이동 가능한 전자 신호이며, 경계선(132)은 반드시 라인의 형태로 디스플레이 되지 않아도 된다.. 예를 들면, 작게는 커서나 포인트 등 사용자가 미세 구조물(252)에 대한 측정 범위를 용이하게 설정할 수 있는 전자 신호를 경계선(132)으로 이용할 수 있다.

<68>       한편, 미세 구조물(252)에 대하여 다수의 측정 범위를 동시에 설정할 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 측정 범위(A) 및 제2 측정 범위(B) 설정할 경우, 제1 측정 범위(A)와 제2 측정 범위(B) 중 우선 하나의 측정 범위를 설정한다. 다음에, 경계선(132)의 좌표를 변화시켜 원하는 위치로 이동한 후 나머지 하나의 측정 범위를 설정한다. 이 때, 경계선(132)을 이용하여 X축 및 Y축을 따라 측정 범위를 설정하는 것이 바람직하다. 경계선(132)은 X축 및 Y축을 따라 디스플레이 되는 복수 개의 경계선들을 포함할 수 있다.

- <69> 이 후에, 연산 부재 및 저장 부재를 이용하여 설정된 피측정체(250)의 미세 구조물(252)의 영상 데이터에 측정 범위(A, B)의 데이터를 대응시켜 미세 구조물(252)의 치수를 산출한다.
- <70> 이어서, 저장 부재에 저장된 미세 구조물(252)의 영상 데이터를 연산 부재로 전송하고, 설정된 다수의 측정 범위들(A, B)과 미세 구조물(252)의 영상 데이터를 대응시켜 각 미세 구조물(252)의 치수를 산출한다. 이 경우, 미세 구조물(252)의 영상 데이터는 피측정체(250) 상에 형성된 미세 구조물(252)에 대한 좌표 정보를 포함하며, 측정 데이터는 측정 범위(A, B)에 대한 좌표 정보를 포함한다. 따라서, 영상 데이터와 측정 데이터를 대응시키면 측정 범위에 해당하는 미세 구조물(252)의 치수를 산출할 수 있다. 이때, 다수의 측정 범위(A, B)를 설정하여도, 미세 구조물(252)의 치수 산출 연산만을 반복하여 다수의 측정 범위(A, B)에 해당하는 미세 구조물(252)의 치수를 동시에 산출할 수 있다. 이러한 과정은 포토리소그래피 또는 에칭 공정 전후의 반도체 기판 상에 형성된 미세 구조물(252)의 임계 치수를 매우 용이하게 측정할 수 있다.
- <71> 상기 측정 범위(A, B)에 해당하는 미세 구조물(252)의 치수 산출이 끝나면, 미세 구조물(252)의 치수를 포함한 측정 데이터를 저장 부재에 저장하는 것이 바람직하다. 이에 따라, 프린터 또는 영상 부재 등을 통하여 산출된 치수를 용이하게 제공할 수 있을 뿐만 아니라 영상 데이터 및 측정 데이터는 각각의 미세 구조물(252)의 치수 산출이 수행되기 이전 또는 이후 언제든지 저장하여 이용될 수 있다.

#### 【발명의 효과】

- <72> 본 발명에 따르면, 최초로 디스플레이된 미세 구조물의 이미지에 대하여 여러 측정 범위를 설정한 후, 피측정체의 미세 구조물의 영상 데이터와 여러 측정 범위의 데이터

를 대응시켜 각 미세 구조물의 치수를 동시에 산출함으로써 미세 구조물의 치수 측정에 소요되는 현저하게 단축할 수 있다. 이에 따라, 반도체 장치 제조 공정의 수율을 개선할 수 있는 동시에 장치의 제조 원가를 절감할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 치수 측정 장치 및 치수 측정 방법은 후속 공정이나 선행 공정의 변수 조절도 적용할 수 있으므로 반도체 제조 공정의 수율을 더욱 향상시킬 수 있다.

<73>        상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.



**【특허청구범위】****【청구항 1】**

미세 구조물에 1차 전자를 조사하는 단계;

상기 미세 구조물로부터 생성된 2차 전자를 검출하여 영상 데이터를 제공하는 단계;

상기 영상 데이터를 이용하여 상기 미세 구조물에 대하여 적어도 2 이상의 측정 범위를 설정하는 단계; 및

상기 측정 범위에 해당하는 상기 미세 구조물의 치수를 산출하는 단계를 포함하는 미세 구조물의 치수 측정 방법.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 미세 구조물은 반도체 기판 상에 형성된 라인, 홀, 홈 및 스페이스 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 방법.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서, 상기 1차 전자를 상기 미세 구조물 상에 조사한 후, 상기 1차 전자를 동기화하여 상기 미세 구조물을 스캐닝하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 방법.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서, 상기 2차 전자는 상기 1차 전자에 의해 원자로부터 이온화된 전자인 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 방법.

**【청구항 5】**

제 1 항에 있어서, 상기 영상 데이터를 제공하는 단계는, 상기 영상 데이터를 저장 장치에 저장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 방법.

**【청구항 6】**

제 1 항에 있어서, 상기 영상 데이터는 상기 2차 전자를 전류로 변환하여 생성되는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 방법.

**【청구항 7】**

제 1 항에 있어서, 상기 측정 범위는 영상 데이터의 이미지 상에 X축 및 Y축으로 이동 가능한 경계선을 맵핑(mapping)하여 설정되는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 방법.

**【청구항 8】**

제 1 항에 있어서, 상기 미세 구조물의 치수는 상기 측정 범위에 대응하는 상기 영상 데이터로부터 산출되는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 방법.

**【청구항 9】**

미세 구조물로 1차 전자를 조사하는 전자 방출 수단;

미세 구조물로부터 생성되는 2차 전자를 검출하여 영상 데이터를 생성하며, 상기 미세 구조물에 대하여 적어도 2 이상의 측정 범위를 설정하는 영상 표시 수단;

상기 영상 데이터 및 상기 측정 범위에서 측정된 측정 데이터를 저장하는 저장 수단; 및

상기 측정 범위에 해당하는 상기 미세 구조물의 치수를 산출하는 연산 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 장치.

**【청구항 10】**

제 9 항에 있어서, 상기 미세 구조물은 반도체 기판 상에 형성된 라인, 스페이스 및 콘택 홀 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 장치.

**【청구항 11】**

제 9 항에 있어서, 상기 전자 방출 수단은 상기 1차 전자를 상기 미세 구조물에 집속하며, 상기 1차 전자를 상기 영상 표시 수단에 동기화시켜 상기 미세 구조물을 스캐닝하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 장치.

**【청구항 12】**

제 11 항에 있어서, 전자 방출 수단은,

상기 1차 전자를 방출하는 전자건;

상기 1차 전자를 상기 상에 집속하는 마그네틱 렌즈;

상기 1차 전자를 동기화하는 스캐닝 코일;

상기 미세 구조물로부터 산란된 1차 전자를 검출하는 1차 전자 검출기; 및

상기 2차 전자를 검출하는 2차 전자 검출기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물 측정 장치.

**【청구항 13】**

제 9 항에 있어서, 상기 연산 수단은, 상기 영상 표시 수단 및 상기 저장 수단에 연결되어 상기 측정 범위에 대응하는 상기 영상 데이터로부터 상기 미세 구조물의 치수를 산출하며, 상기 미세 구조물의 치수를 포함하는 상기 측정 데이터를 상기 영상 표시 수단 및 상기 저장 수단에 전송하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 장치.

**【청구항 14】**

제 9 항에 있어서, 상기 영상 표시 수단은,

상기 2차 전자를 검출하여 상기 영상 데이터를 생성하는 영상 처리 장치;

상기 영상 데이터를 이미지로 표시하는 모니터; 및

상기 연산 수단에 연결되어 상기 측정 범위를 설정하기 위한 컨트롤러를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 장치.

**【청구항 15】**

제 14 항에 있어서, 상기 영상 데이터는 상기 2차 전자를 전류로 변환하여 생성되는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 장치.

**【청구항 16】**

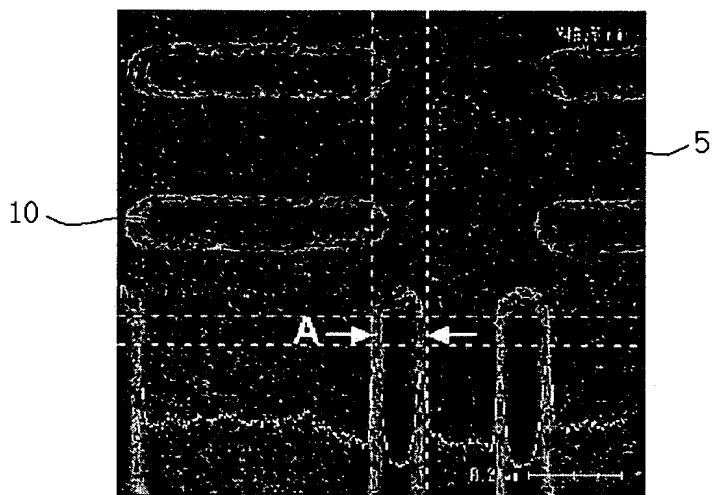
제 14 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, X축 및 Y축으로 이동 가능한 경계선을 상기 모니터 상의 상기 이미지와 맵핑하여 상기 측정 범위를 설정하며, 상기 측정 범위의 좌표를 상기 연산 수단으로 전송하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 장치.

**【청구항 17】**

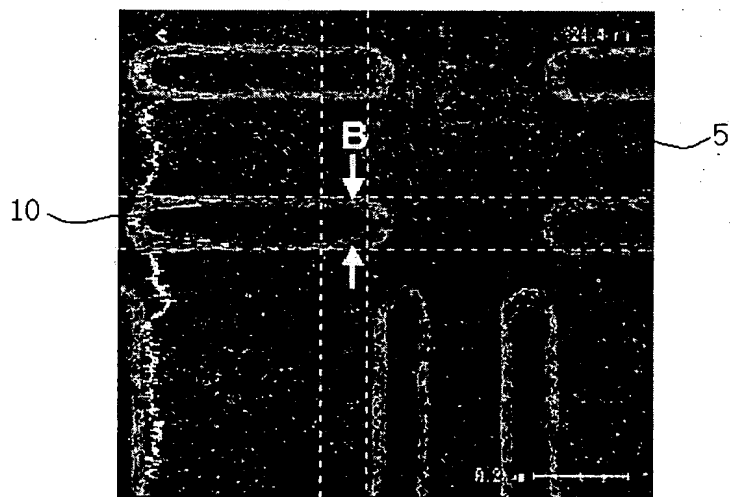
제 16 항에 있어서, 상기 연산 수단은, 상기 영상 표시 수단으로부터 상기 측정 범위를 전송 받아 상기 영상 데이터와 상기 측정 범위를 대응시켜 상기 미세 구조물의 치수를 산출하며, 상기 미세 구조물의 치수를 포함하는 상기 측정 데이터를 상기 모니터 및 상기 저장 수단에 전송하는 것을 특징으로 하는 미세 구조물의 치수 측정 장치.

【도면】

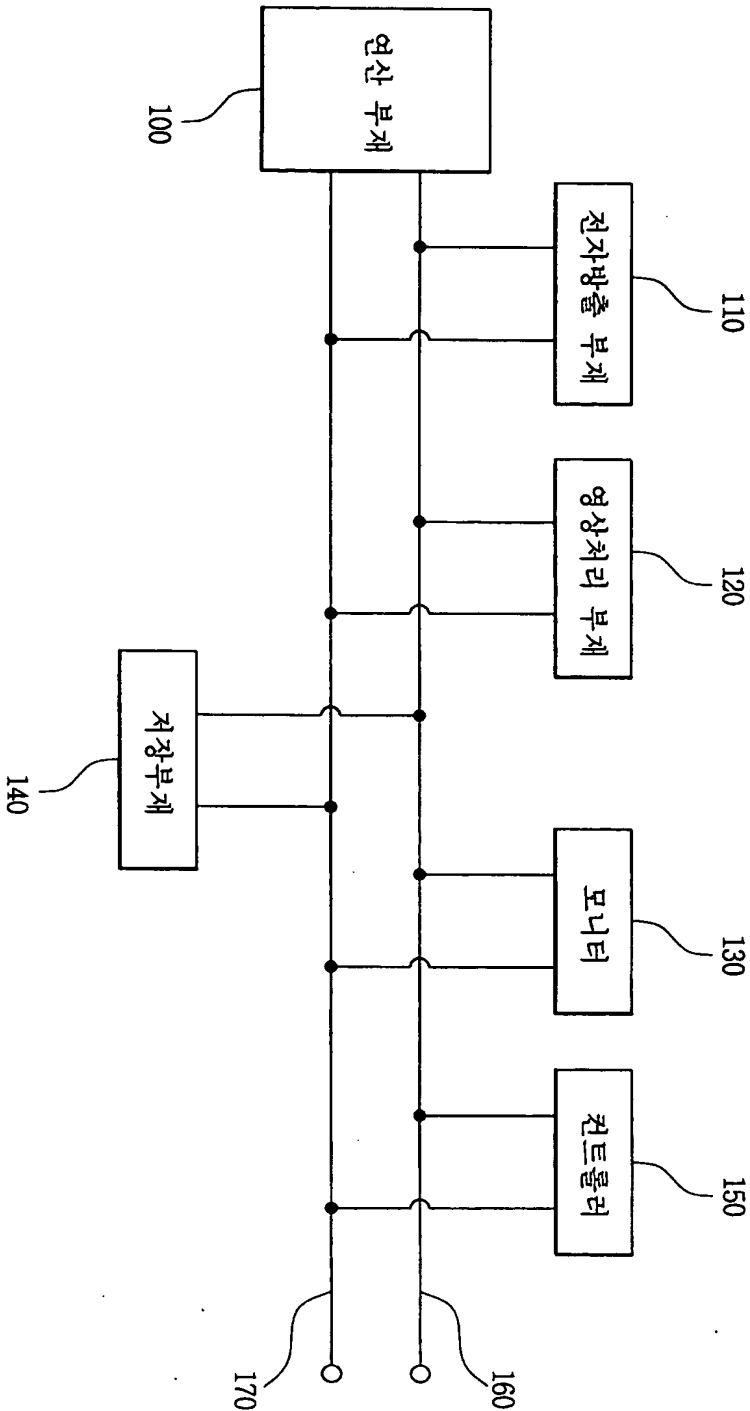
【도 1a】



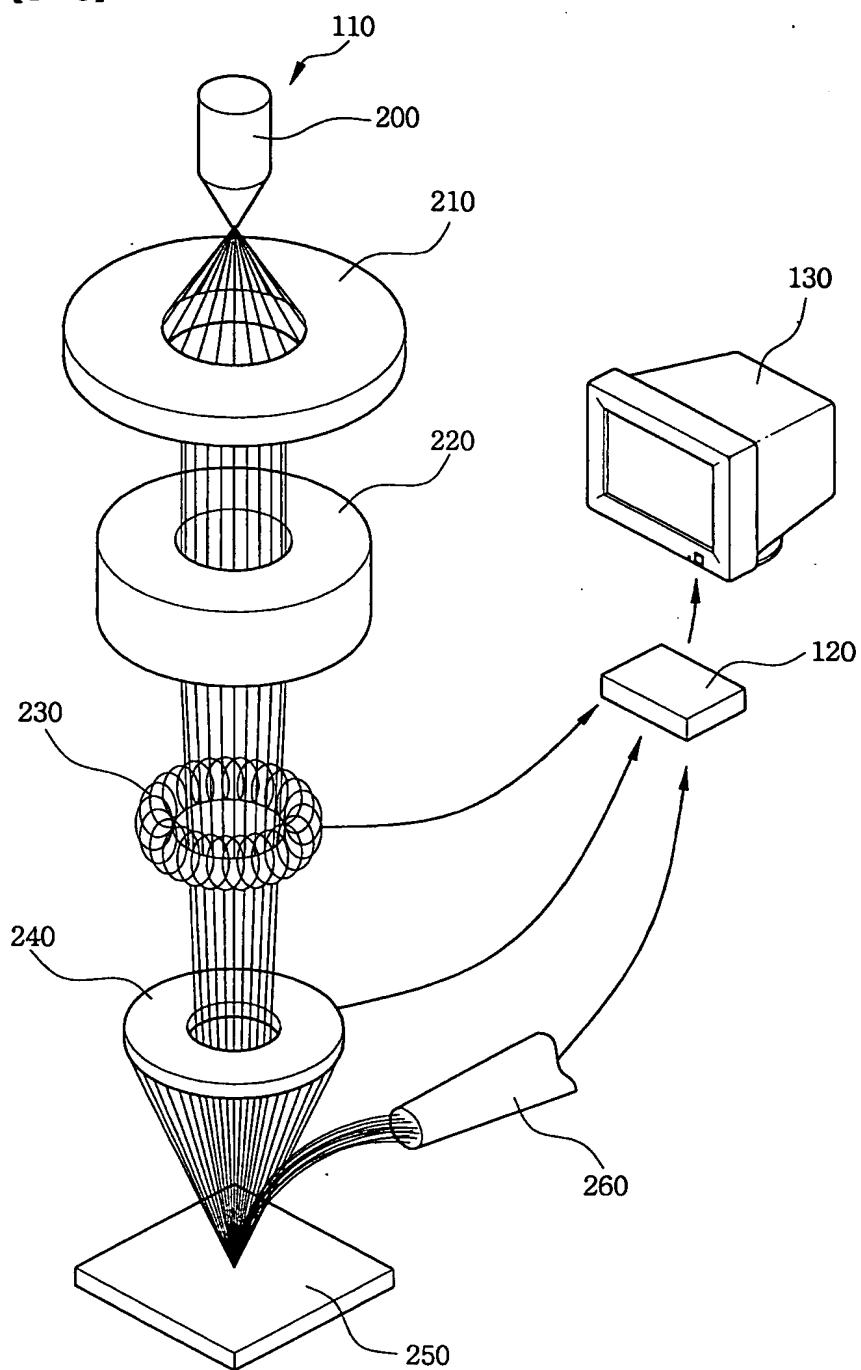
【도 1b】



【도 2】

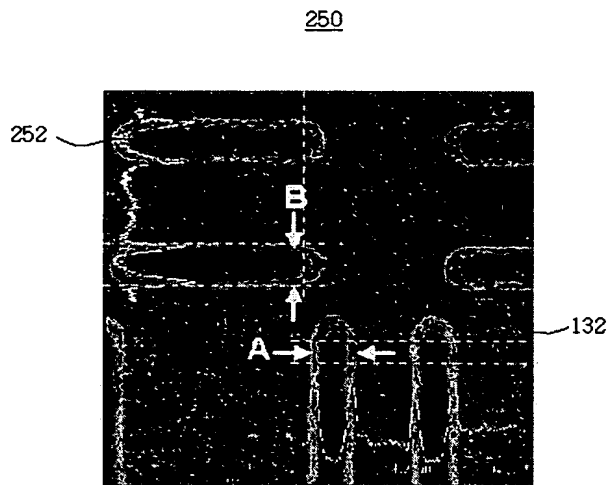


【도 3】





【도 4】



【도 5】

